УДК 628.16:543.42:556.3

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНОГО БАСЕЙНА ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

В.И. Отмахов

Томский государственный университет
E-mail: otmah@mail.tomsknet.ru

Представлена химико-спектральная методика оценки состояния водного бассейна Сибирского региона по загрязнению донных отложений, предложена модель самоочищения водоемов различного типа.

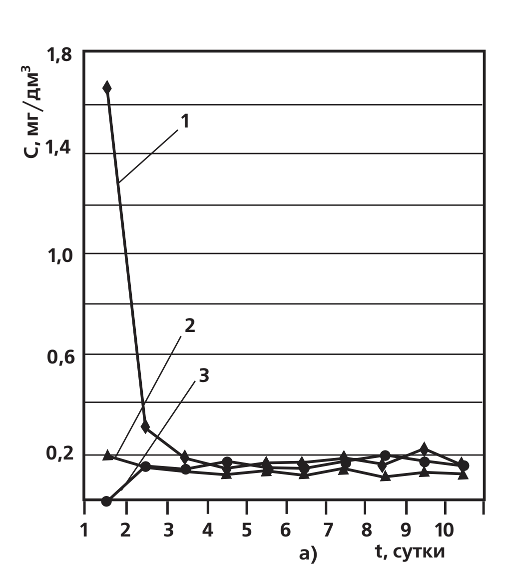
Введение

В последние десятилетия, в связи с ростом антропогенного воздействия на водные объекты, одной из актуальных проблем человечества становится – поиск путей сохранения чистой воды. В решении этой проблемы важную роль играют тяжелые металлы (ТМ), такие как свинец, медь, железо, цинк, ртуть, кадмий, висмут и ряд других металлов, содержание которых строго регламентировано санитарно-гигиеническими нормативами. Особенностью ТМ является их способность накапливаться в донных отложениях, превращая их в свое хранилище и потенциальный источник вторичного загрязнения водоёма [1–5]. Поэтому донные отложения можно рассматривать как экоиндикаторы, способные отражать степень антропогенного воздействия на водоём. Целью настоящей работы являлась разработка методик экологической оценки состояния водного бассейна по загрязнению донных отложений.

Работа выполнялась в аккредитованной лаборатории "Мониторинга окружающей среды" Томского государственного университета по базовой теме: "Геохимическая трансформация состава донных отложений малых рек и замкнутых водоёмов как индикатор состояния экосистемы". Для аналитических исследований использован дифракционный спектрограф ДФС-452 с многоканальным анализатором эмиссионных спектров. Атомно-эмиссионный спектральный анализ проводился с помощью компьютерной программы "АТОМ", разработанной ООО ВМК "Оптоэлектроника" СО РАН г. Новосибирск.

Методика проведения эксперимента

Для изучения сорбционных свойств донных отложений в условиях стационарного режима были исследованы модельные гетерогенные системы: дистиллированная вода-донные отложения, речная вода-донные отложения и модельные растворы сточных вод-донные отложения. Модельные растворы сточных вод готовились путём насыщения речной воды ТМ до сотен предельно допустимых концентраций (ПДК). Для исследований на дно



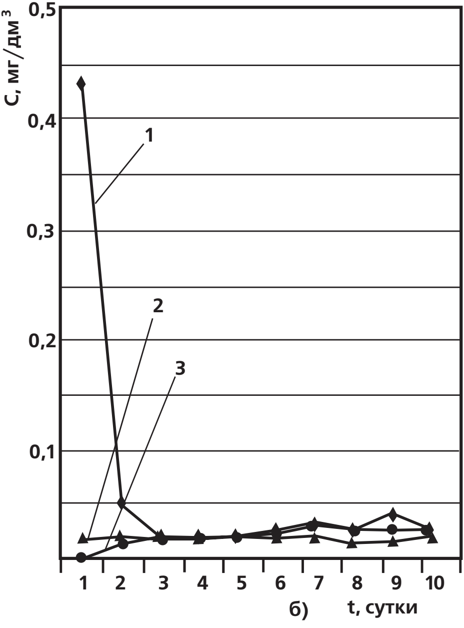


Рис. 1. *Характер изменения концентрации на примере а) Pb и б) Cu соответственно, в модельных растворах при контакте с донными отложениями. В качестве основы модельных растворов использованы: 1) дистиллированная; 2) речная; 3) речная вода, насыщенная тяжелыми металлами*

трех колб наносили слой донных отложений малых рек г. Томска и его окрестностей подвергнутых максимальному загрязнению (по данным Облкомэкологии), толщиной 10 мм, колбы заливались дистиллированной, речной водой и модельными растворами сточных вод. В течение трех недель каждые вторые сутки из анализируемых растворов отбирались аликвоты, которые подвергались атомно-эмиссионному спектральному анализу по методике ПНД Ф 14.1:2:4.13–95, представляющей собой федеральный природоохранный нормативный документ. По результатам анализа построены зависимости, отражающие характер изменения концентрации вводимых элементов в ходе опыта, некоторые результаты отражающие общую тенденцию распределения ТМ представлены на (рис. 1). Как видно из приведённых графиков, вводимые ТМ уже на вторые сутки аккумулируются донными отложениями. Их содержание в модельном растворе стабилизируется и становится равным концентрации ТМ в речной воде. Таким образом, наблюдается общая тенденция к самоочищению водных масс от соединений ТМ и общая направленность процессов миграции металлов "сверху-вниз".

В настоящей работе исследованы донные отложения, имеющие разные источники питания, относящиеся к рекам родникового и болотного происхождения. Для объяснения механизмов сорбции и степени участия донных отложений в процессах самоочищения водоёмов различного типа нами предложена модель, согласно которой можно выделить три основных механизма самоочищения.

1. Химический механизм, который включает образование и последующую седиментацию труднорастворимых продуктов химического взаимодействия солей металлов; окислительные процессы для металлов с переменной валентностью, приводящие к переходу растворимых закисных форм в труднорастворимые оксиды; гидролиз, с образованием труднорастворимых гидроксидов и образование труднорастворимых солей (в основном сульфидов и карбонатов). Перечисленные процессы будут преобладающими в водоёмах родникового питания, поскольку их донные отложения состоят в основном из каменистых и песчаных пород, и содержание в них органических веществ незначительно.

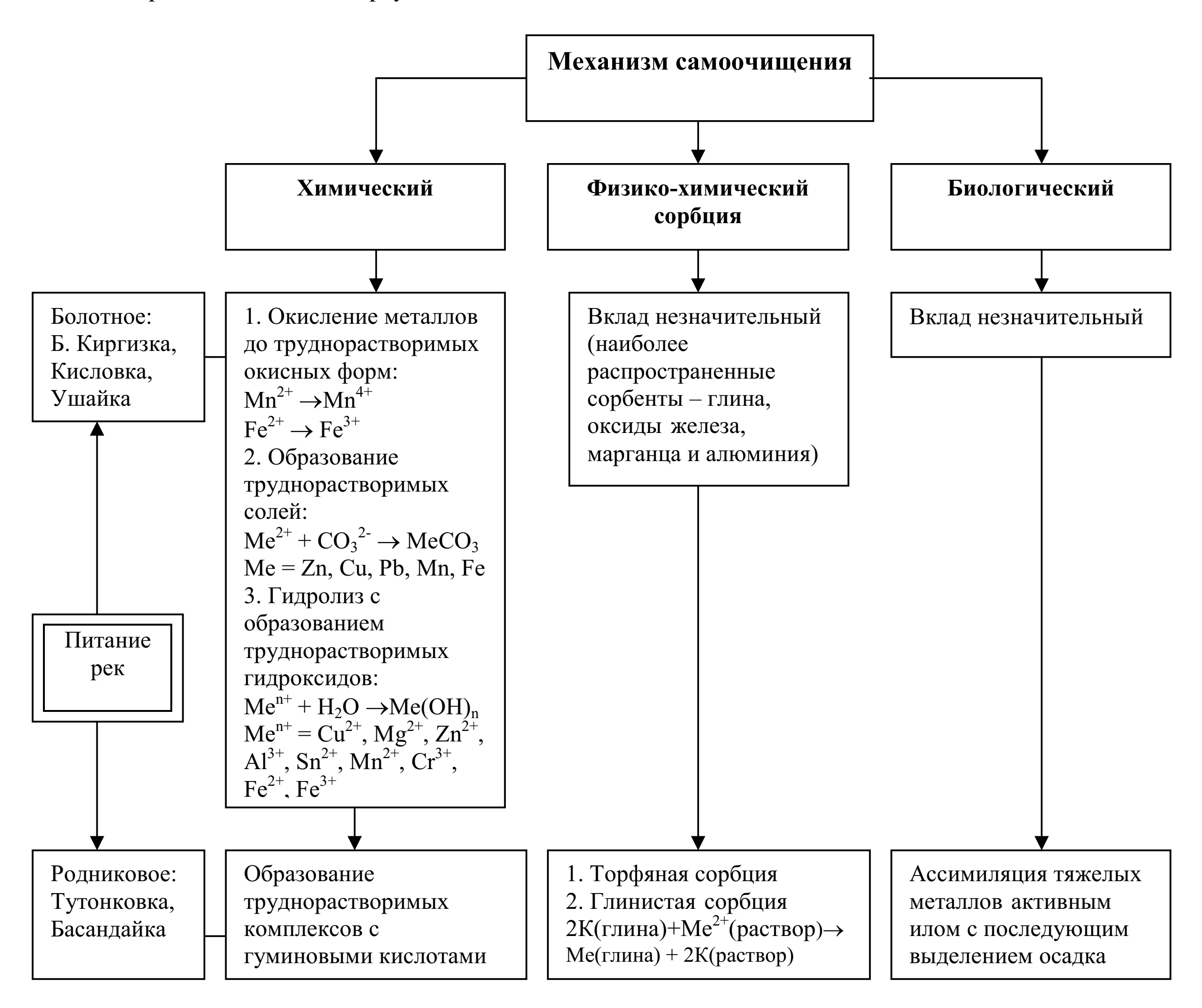


Рис. 2. *Модель самоочищения рек от соединений тяжелых металлов*

Таблица. Содержание элементов в водных вытяжках малых рек Томской области, в мг/дм³

Название рек	Шифр пробы	Mn	Fe	Ti	Cu	Ni	Cr
Ушайка	50д 98	0,19	7,3	0,10	1,30	1,1	0,054
Кисловка	30д 98	0,37	23	0,11	0,34	1,6	0,061
Тугояковка	114д 99	0,39	1,9	0,37	0,08	1,1	0,050
Басандайка	1081д 98	0,05	3,5	1,70	0,38	1,1	0,053
Б. Киргизка	1075д 98	0,45	6,8	0,32	0,47	1,2	0,130

В водоёмах болотного питания наоборот, наибольшую роль в связывании металлов играют органические вещества. В основном это вещества, содержащие активные фенольные и карбоксильные группы; наибольшую роль в связывании металлов играют гуминовые кислоты; механизм образования комплексов гуминовых кислот с металлами предполагает участие в этом процессе кислотных функциональных групп.

2. Физико-химическая сорбция. Наиболее распространённые сорбенты – глины, торфа, оксиды железа, марганца и алюминия. Этот вид сорбции более вероятен для водоёмов болотного типа, основной вклад вносят торфяная и глинистая сорбция.
3. Биологический механизм. Активный ил является ответственным за переход металлов из водной толщи в донные отложения в результате биологической ассимиляции с последующим выпадением осадка.

На основании проведенных исследований установлен "эффект самоочищения" водной толщи донными отложениями, который в свою очередь может привести к появлению источника вторичного загрязнения. Для подтверждения возможности вторичного загрязнения смоделирован и проведен специальный эксперимент, в процессе которого были исследованы составы водных вытяжек донных отложений малых рек. г. Томска и его окрестностей. Вытяжки получены в соответствии с руководящим документом (РД 52.18.191–89), который применяется для анализа подвижных форм ТМ в почвах. Анализ вытяжек на ТМ проведён с помощью атомно-эмиссионного анализа по природоохранной методике (ПНД Ф 14.1:2:4.13–95). Циркуляция водных вытяжек позволяла имитировать динамические режимы природных водных бассейнов.

Выводы

На основании проведенных исследований предложена модель "самоочищения" рек различной природы, позволяющая установить механизмы аккумуляции и загрязнения донных отложений тяжелыми металлами. В работе также показана возможность загрязнения водного бассейна в результате обратных процессов миграции металлов из донных отложений в реки, причем концентрация некоторых тяжелых металлов может превышать нормативные предельно допустимых значения. Таким образом, в природном водном бассейне может устанавливаться динамическое равновесие по отношению к содержанию тяжелых металлов в донных отложениях и водной толще, которое смещаться в ту или иную сторону в зависимости от различных антропогенных или природных факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисова А.И., Нахшина Е.П., Новиков Б.И. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды. – Киев: Наукова думка, 1987. – 162 с.
2. Лобученко И.Ю., Белова И.В. Миграция элементов в речных водах // Литология и полезные ископаемые. – 1973. – № 2. – С. 23–30.
3. Перельман А.И., Борисенко Е.Н. Интенсивность миграции элементов в водах земной коры // Геохимия процессов миграции рудных элементов. – М.: Наука, 1977. – № 3. – С. 200–228.
4. Несмеянов С.А. Донные отложения и кислородный режим водоёмов. – М.: Изд-во АМН СССР, 1950. – 158 с.
5. Нахшина Е.П. Тяжелые металлы в системе "вода – донные отложения" водоёмов: (Обзор) // Гидробиологический журнал. – 1985. – Т. 21. – № 2. – С. 80–90.